

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

特開平10-275246

(43) 公開日 平成10年(1998)10月13日

(51) Int.Cl.⁵G 0 6 T 15/00
11/00

識別記号

F I

G 0 6 F 15/72

4 5 0 A

3 5 0

審査請求 未請求 請求項の数1 F D (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平9-94426

(22) 出願日 平成9年(1997)3月31日

(71) 出願人 391021710

株式会社インテック

富山県富山市牛島新町5番5号

(72) 発明者 吉田 美寸夫

富山県富山市下新町3番23号 株式会社インテック内

(72) 発明者 青木 功介

富山県富山市下新町3番23号 株式会社インテック内

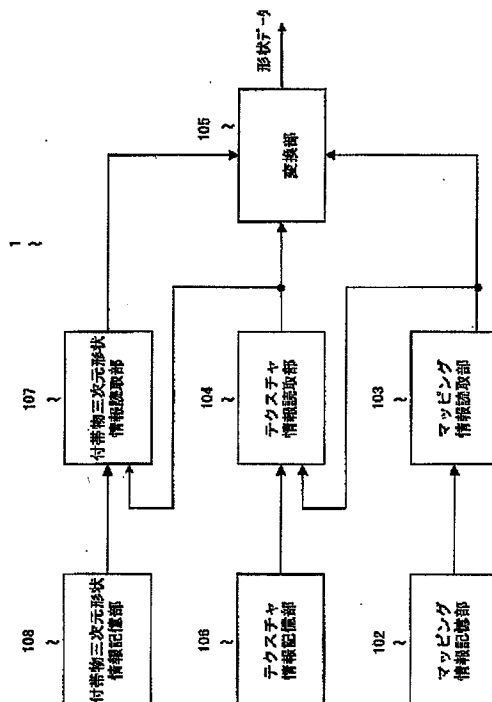
(74) 代理人 弁理士 高野 昌俊

(54) 【発明の名称】 三次元コンピュータグラフィックシステム

(57) 【要約】

【課題】 本体三次元形状の表面に付帯物を所定の配置方法に従って配置するためのデータ処理作業を簡単にすること。

【解決手段】 本体三次元形状の表面とテクスチャイメージデータとの対応を表すマッピング情報と付帯物三次元形状情報と付帯物の配置情報に関する配置情報とに基づいて本体三次元形状に適合した付帯物の形状データを得るため、付帯物配置に関する配置情報をテクスチャイメージデータに含めて成るテクスチャ情報をテクスチャ情報記憶部6に格納しておき、マッピング情報読取部3で読み取られたマッピング情報に対応するテクスチャ情報に含まれる配置情報を付帯物三次元形状情報読取部7で読み取る。変換部5でマッピング情報と配置情報とを用いて付帯物の配置のための変換処理を付帯物三次元形状情報に対して行って形状データを得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 本体三次元形状の表面とテクスチャイメージデータとの対応を表すマッピング情報と付帯物三次元形状情報と付帯物の配置情報に関する配置情報とに基づいて、前記本体三次元形状に付加すべき所要の付帯物三次元形状の前記本体三次元形状の座標系における形状データを得るための三次元コンピュータグラフィックシステムであって、
前記マッピング情報を格納しておくためのマッピング情報記憶部と、
前記付帯物三次元形状情報を格納しておくための付帯物三次元形状情報記憶部と、
付帯物の配置に関する配置情報を前記テクスチャイメージデータに含めて成るテクスチャ情報を格納しておくためのテクスチャ情報記憶部と、
所要のマッピング情報を前記マッピング情報記憶部から読み取るマッピング情報読取手段と、
該マッピング情報読取手段に応答し、該マッピング情報読取手段で読み取られたマッピング情報に対応するテクスチャイメージデータのテクスチャ情報を前記テクスチャ情報記憶部から読み取るテクスチャ情報読取手段と、
該テクスチャ情報読取手段に応答し、該テクスチャ情報読取手段で読み取られたテクスチャ情報に対応する付帯物三次元形状情報を前記付帯物三次元形状情報記憶部から読み取る付帯物三次元形状情報読取手段と、
前記マッピング情報読取手段で読み取られたマッピング情報と前記テクスチャ情報読取手段で読み取られたテクスチャ情報とに基づき、該付帯物三次元形状情報読取手段で読み取られた付帯物三次元形状情報を前記本体三次元形状に適合した形状データに変換するための変換手段とを備えたことを特徴とする三次元コンピュータグラフィックシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、三次元形状の表面にテクスチャイメージをマッピングし、リアルな物体を再現するコンピュータグラフィックスの手法を利用して、付帯物の配置位置、方向（姿勢）、大きさ等の情報をテクスチャイメージに含めることにより、テクスチャイメージをマッピングすることで付帯物の配置を可能とした三次元コンピュータグラフィックシステムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の三次元コンピュータグラフィックシステムにおいて、地形や道路等の土木建築構造物等の本体三次元形状のデータに対して、鉄塔、道路標識、橋梁、家屋等の建築物、街路樹等の植物の如き付帯物の配置のためのデータを付加するには、配置対象となる本体三次元形状の表面での付帯物の三次元位置を取得する必要があり、配置位置の決定は使用者に委ねられている。

さらに、本体三次元形状の表面の三次元位置を取得したとしても、そこにおける付帯物が適正な方向（姿勢）、大きさとなるように付帯物の三次元形状データを変換する必要がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】このように、付帯物の配置のための作業は多くの工数を必要とするので、本体三次元形状に対して配置しようとする付帯物が多数存在する場合には、使用者の作業量が増大し、作業コストの上昇をもたらすという問題を生じる。

【0004】また、配置する付帯物によっては、本体三次元形状に対する位置や方向（姿勢）等が予め定まっている場合がある。例えば、道路に付帯する道路標識について言えば、日本では道路の左側を進行する場合に標識の表となる面が見えるように設置されなければならない。このような場合、付帯物を配置するに際し、その位置や方向（姿勢）についても配慮せねばならず、使用者にとってより一層負担が大きくなるという問題も生じる。

【0005】本発明の目的は、本体三次元形状の表面に付帯する三次元付帯物を所定の配置方法に従って配置する場合に、付帯物の配置のためのデータ処理作業を簡単にすることができるようにした三次元コンピュータグラフィックシステムを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための本発明の特徴は、本体三次元形状の表面とテクスチャイメージデータとの対応を表すマッピング情報と付帯物三次元形状情報と付帯物の配置情報に関する配置情報とに基づいて、前記本体三次元形状に付加すべき所要の付帯物三次元形状の前記本体三次元形状の座標系における形状データを得るための三次元コンピュータグラフィックシステムであって、前記マッピング情報を格納しておくためのマッピング情報記憶部と、前記付帯物三次元形状情報を格納しておくための付帯物三次元形状情報記憶部と、付帯物の配置に関する配置情報を前記テクスチャイメージデータに含めて成るテクスチャ情報を格納しておくためのテクスチャ情報記憶部と、所要のマッピング情報を前記マッピング情報記憶部から読み取るマッピング情報読取手段と、該マッピング情報読取手段に応答し、該マッピング情報読取手段で読み取られたマッピング情報に対応するテクスチャイメージデータのテクスチャ情報を前記テクスチャ情報記憶部から読み取るテクスチャ情報読取手段と、該テクスチャ情報読取手段に応答し、該テクスチャ情報読取手段で読み取られたテクスチャ情報に対応する付帯物三次元形状情報を前記付帯物三次元形状情報記憶部から読み取る付帯物三次元形状情報読取手段と、前記マッピング情報読取手段で読み取られたマッピング情報と前記テクスチャ情報読取手段で読み取られたテクスチャ情報とに基づき、該付帯物三次元形

状情報読取手段で読み取られた付帯物三次元形状情報を前記本体三次元形状に適合した形状データに変換するための変換手段とを備えて成る点にある。

【0007】テキストチャ情報記憶部には、付帯物の配置に関する配置情報、例えば、三次元物体である付帯物の位置、方向（姿勢）、大きさに関する情報が、テキストチャイメージデータに含まれて成るテキストチャ情報として予め格納されている。一方、本体三次元形状とテキストチャイメージデータとの対応関係がマッピング情報として記憶手段内に格納されている。所要のマッピング情報がマッピング情報読取手段によって記憶手段から読み取られると、テキストチャ情報読取手段によって上記所要のマッピング情報に対応するテキストチャイメージデータのテキストチャ情報が、テキストチャ情報読取手段によってテキストチャ情報記憶部から読み取られる。付帯物三次元形状情報読取手段はテキストチャ情報読取手段に応答して所要の付帯物三次元形状情報を記憶手段から読み取る。

【0008】このようにして、本体三次元形状の表面に貼るべきテキストチャイメージがマッピング情報として選択されることにより、そこに付加すべき付帯物三次元形状情報と、その配置情報とが自動的に選択される。変換部では、マッピング情報とテキストチャ情報とに基づき、付帯物三次元形状情報が本体三次元形状に適合した形状データに変換される。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態の一例につき詳細に説明する。図1は本発明による三次元コンピュータグラフィックシステムの実施の形態の一例を示す概略構成ブロック図である。三次元コンピュータグラフィックシステム1は、マッピング対象である本体三次元形状の表面に貼るテキストチャイメージのマッピングを定義するマッピング情報を格納しておくためのマッピング情報記憶部102を有している。したがって、マッピング情報記憶部102には、本体三次元形状を示す三次元形状データが含まれている。103は、マッピング情報記憶部102から所要のマッピング情報を読み取るためのマッピング情報読取部であり、マッピング情報読取部103からは本体三次元形状の表面とテキストチャイメージの対応等に関する情報であるマッピング情報が出力され、テキストチャ情報読取部104と変換部105とに入力される。

【0010】テキストチャ情報読取部104は、付帯物の配置に関する配置情報を上記テキストチャイメージデータに含めて成るテキストチャ情報を格納しておくためのテキストチャ情報記憶部106から、マッピング情報に基づき、必要なテキストチャ情報を読み取る。テキストチャ情報読取部104で読み取られたテキストチャ情報は、付帯物三次元形状情報読取部107と変換部105とに入力される。

【0011】108は付帯物三次元形状情報記憶部であ

り、ここには、本体三次元形状に付加すべき複数の付帯物の三次元形状を示すデータが付帯物三次元形状情報として格納されている。付帯物三次元形状情報読取部107は、テキストチャ情報読取部104によって読み取られたテキストチャ情報に基づき、必要な付帯物三次元形状情報を付帯物三次元形状情報記憶部108から読み取り、ここで読み取られた付帯物三次元形状情報は変換部105に入力される。

【0012】変換部105では、付帯物三次元形状情報を、マッピング情報とテキストチャ情報とに基づいて、本体三次元形状に適合した形状データに変換する。すなわち、テキストチャ情報に含まれている付帯物の配置位置、テキストチャイメージに対する配置方向（姿勢）、テキストチャイメージに対する付帯物の大きさ、及び配置すべき付帯物の形状情報とテキストチャイメージを本体三次元形状の表面にマッピングする情報とから、付帯物を適切な位置、方向（姿勢）、大きさで本体三次元形状の表面上に配置できるようにするための本体三次元形状に適合した形状データが得られる。

【0013】このようにして、三次元形状で表現される付帯物についての配置情報を含むテキストチャイメージ情報を本体三次元形状の表面にマッピングすることにより、付帯物の配置を容易に行うことができる。

【0014】なお、図1では、マッピング情報記憶部102、テキストチャ情報記憶部106、付帯物三次元形状情報記憶部108をそれぞれ独立した3つの記憶部として示したが、実際には、単一の記憶装置内の所定の記憶領域に各情報を格納する構成としてもよいことは勿論であり、必ずしも、3つの独立した記憶手段を必要とする趣旨ではない。

【0015】次に、図2を参照して、本発明による三次元コンピュータグラフィックシステムのより具体的な実施の形態について説明する。なお、図2に示した三次元コンピュータグラフィックシステム10において、マッピング情報記憶部2、テキストチャ情報記憶部6、付帯物三次元形状情報記憶部8は、それぞれ図1に示したマッピング情報記憶部102、テキストチャ情報記憶部106、付帯物三次元形状情報記憶部108と同一の構成であるから、ここではそれらの説明を重複して行うことを省略する。

【0016】マッピング情報読取部3から出力されたマッピング情報は第1データ処理部11に入力され、ここで本体三次元形状とテキストチャイメージとの座標対応関係を定義する座標マッピング情報S11と、付帯物配置情報を含むテキストチャイメージ情報を識別するための識別子S9とが生成される。テキストチャ情報読取部4は識別子S9に応答し、テキストチャ情報記憶部6から識別子S9によって示されるテキストチャイメージ情報に対応するテキストチャ情報S2を読み取る。テキストチャ情報記憶部6から読み出された識別子S9に対応するテキスト

情報S2は第2データ処理部12に入力され、ここで、付帯物三次元形状情報を識別するための識別子S8と、付帯物の方向（姿勢）と大きさを示す付帯物形状変形情報S10と、付帯物のテクスチャイメージ上の二次元座標、すなわちテクスチャ座標系での付帯物の位置を示す付帯物位置情報S3とが生成される。

【0017】付帯物三次元形状情報読取部7は、識別子S8に対応する付帯物三次元形状情報を付帯物三次元形状情報記憶部8から読み取り、付帯物三次元形状情報読取部7からは識別子S8に対応する付帯物三次元形状情報S1が出力される。

【0018】次に、変換部5について説明する。配置位置生成部13は、第2データ処理部12から出力される付帯物位置情報S3と第1データ処理部11から出力される座標マッピング情報S11とから、テクスチャ座標系での付帯物の二次元位置（ u , v ）を示す二次元付帯物配置座標S4を零個以上出力する。これは、マッピング情報に従うテクスチャイメージ情報の本体三次元形状への貼り付けによると、その面への付帯物の付加が生じない場合（零個のとき）があるからである。

【0019】変換マトリックス生成部14は、座標マッピング情報S11の内容をテクスチャ座標（ u , v ）から三次元座標（ワールド座標系）に変換するための変換マトリックスS5、すなわち、テクスチャ座標（ u , v ）を三次元座標（ x , y , z ）に変換するための情報を生成する。配置位置生成部13から出力される二次元付帯物配置座標（テクスチャ座標系）S4（ u , v ）を変換マトリックス生成部14で生成された変換マトリックスS5によって変換することにより、二次元付帯物配置座標（テクスチャ座標系）S4（ u , v ）に対応する三次元付帯物配置座標（ワールド座標系）S6（ x , y , z ）を求めるため、座標変換部15が設けられている。

【0020】変換部5は、さらに、付帯物三次元形状情報読取部7によって読み取られた付帯物三次元形状情報S1を、第2データ処理部12から出力される付帯物形状変形情報S10と変換マトリックス生成部14から出力される変換マトリックスS5から演算によって得られるマトリックスを用いて変換し、その変換された三次元付帯物形状を、座標変換部15から出力される三次元付帯物配置座標（ワールド座標系）S6（ x , y , z ）に配置するための形状変換部16を有している。形状変換部16から出力される変換済形状情報S7は、後に三次元コンピュータグラフィックスによる可視化時に参照できるように格納管理する形状情報管理部17に入力されている。形状情報管理部17で管理される情報は、可視化装置18に入力される。形状情報の可視化が行われる可視化装置18は対話的可視化装置であってもよい。

【0021】次に、三次元コンピュータグラフィックスシステム10において、テクスチャイメージデータを三次

元形状にマッピングする情報から、そのテクスチャイメージデータに含まれる付帯物配置情報によって参照される付帯物を適切な位置、方向（姿勢）、大きさで、適宜の可視化コマンドにより可視化する目的で管理できるようにする部分の処理動作について説明する。

【0022】まず、マッピング情報記憶部2に格納されている本体三次元形状の表面とテクスチャイメージの対応を表す所要のマッピング情報が、マッピング情報読取部3で読み取られる。そして、第1データ処理部11において、マッピング情報読取部3で読み取られたマッピング情報から、本体三次元形状の表面とテクスチャイメージとの対応関係を示す座標マッピング情報S11とテクスチャ情報を識別するための識別子S9とが生成される。

【0023】テクスチャ情報読取部4では、テクスチャ情報記憶部6に格納されているテクスチャ情報のうち識別子S9に対応するテクスチャ情報を読み取る。テクスチャ情報には、付帯物配置情報とテクスチャイメージデータとが含まれており、テクスチャ情報読取部4からは識別子S9に対応するテクスチャ情報S2が出力される。そして、第2データ処理部12において、このテクスチャ情報S2から付帯物形状情報を識別するための識別子S8、付帯物形状変形情報S10および付帯物位置情報S3が生成される。

【0024】付帯物三次元形状情報読取部7は、付帯物三次元形状情報記憶部8に格納されている付帯物三次元形状情報のうち識別子S8に対応する付帯物三次元形状情報を読み取り、付帯物三次元形状情報（三角形パッチ群）S1として出力する。

【0025】配置位置生成部13では、付帯物位置情報S3と座標マッピング情報S11とから、本体三次元形状の表面上の点に対応するテクスチャ座標系での二次元付帯物配置座標S4（ u , v ）を零個以上生成する。そして、変換マトリックス生成部14において、座標マッピング情報S11に基づき、テクスチャ座標（ u , v ）を三次元座標（ x , y , z ）に変換するための情報である変換マトリックスS5が生成される。

【0026】座標変換部15では、テクスチャ座標系での二次元付帯物配置座標S4（ u , v ）が、変換マトリックスS5を用いて本体三次元形状の表面上の点を示すワールド座標系での三次元付帯物配置座標S6（ x , y , z ）に変換される。三次元付帯物配置座標S6（ x , y , z ）は、マッピングの仕方に応じて1つの付帯物に対して零個以上変換出力される。

【0027】形状変換部16では、付帯物三次元形状情報（三角形パッチ群）S1が、付帯物形状変形情報S10とテクスチャ座標（ u , v ）を三次元座標（ x , y , z ）に変換するための情報である変換マトリックスS5とによって決定される方向（姿勢）と大きさを持つ形状に変形されると共に、ワールド座標系での三次元付帯物

配置座標 $S6(x, y, z)$ で指定される三次元位置に平行移動され、変換済形状情報 $S7$ が生成される。この場合、三次元付帯物配置座標 $S6(x, y, z)$ の数だけ付帯物が複製される。

【0028】このようにして生成された変換済形状情報 $S7$ は、可視化装置 18 で参照するために、形状情報管理部 17 に格納され、管理される。

【0029】次に、図 3 乃至図 5 を参照して、図 2 に示した三次元コンピュータグラフィックシステム 10 のより具体的な動作について説明する。ここで、テクスチャマッピングされる本体三次元形状は図 5 に示されるように、三頂点 (P_1, P_2, P_3) から構成される三角形パッチの集まり (三角形パッチ群) としてデータ化されているものとし、テクスチャイメージに含まれる付帯物配置情報における、付帯物位置情報は、付帯物のテクスチャイメージに対する位置を二次元座標であるテクスチャ座標系で定義しているものとする。したがって、本発明は、テクスチャ座標系からワールド座標系への座標変換処理に関する処理を含み、二次元のテクスチャ座標と三次元のワールド座標との対応が定式化できるのであれば、曲面から構成される三次元形状に対しても適用が可能である。また、図 3 に示したように、テクスチャ座標系は 1 つのテクスチャイメージの幅及び高さが 1.0 になるように正規化されているものとする。

【0030】本実施の形態では、テクスチャイメージに含まれる付帯物の配置情報の 1 つである付帯物位置情報は、テクスチャイメージに対する位置をテクスチャ座標 (u, v) 系で定義している。したがって、第 1 データ

処理部 11 で生成された座標マッピング情報 $S11$ と、第 2 データ処理部 12 で生成された付帯物位置情報 $S3$ から付帯物が配置される三次元座標 (x, y, z) を求めなければならない。

【0031】ここで、テクスチャ座標からワールド座標系での対応する三次元座標をマッピング情報に基づいて求める具体的な手法について説明する。本実施の形態においては、付帯物位置情報 $S3$ は、テクスチャ座標系の点 (図 3 に示した 1 つのテクスチャイメージ領域内、すなわち $0.0 \leq u < 1.0, 0.0 \leq v < 1.0$) で定義される。また、座標マッピング情報 $S11$ は、三角形パッチの三頂点の各三次元座標 (x, y, z) とそれぞれに対応するテクスチャ座標 (u, v) を含む。したがって、三角形パッチの各頂点に対応するテクスチャ座標の要素 u あるいは v が 0 以上 1 未満の範囲外にある場合、図 4 のようにテクスチャ座標系における三角形パッチ領域がテクスチャイメージ境界を横断する可能性がある。このような場合、一配置位置 $U = (u, v)$ に配置される付帯物が 1 枚の三角形パッチ上に複数個配置される可能性がある。本実施の形態においては、このような場合にも対処できるように配置位置生成部 13 を具備している。

【0032】図 4 を参照してこの場合の処理を説明する。三角形パッチの頂点 P_1, P_2, P_3 に対応するテクスチャ座標系の点 U_1, U_2, U_3 から下式 (1) で定義される u_{\min}, v_{\min} 及び u_{\max}, v_{\max} を求める。

【数 1】

$$\begin{aligned} u_{\min} &= \lfloor \min_{i=1,2,3} \{u_i\} \rfloor \\ v_{\min} &= \lfloor \min_{i=1,2,3} \{v_i\} \rfloor \\ u_{\max} &= \lceil \max_{i=1,2,3} \{u_i\} \rceil \\ v_{\max} &= \lceil \max_{i=1,2,3} \{v_i\} \rceil \end{aligned} \quad (1)$$

式中の記号 $\lfloor x \rfloor, \lceil x \rceil$ は、 x 以下の整数のうち最大のもの (切下げ)、 x 以上の整数のうち最小のもの (切上げ) をそれぞれ意味する。

【0033】既述の如く、テクスチャ座標はテクスチャ座標系における各座標軸 u, v 方向の長さ 1.0 が 1 つのテクスチャイメージの幅、高さの長さにそれぞれ対応するように正規化されており、点 $U_{\min} = (u_{\min}, v_{\min})$ および点 $U_{\max} = (u_{\max}, v_{\max})$ の各要素である $u_{\min}, v_{\min}, u_{\max}, v_{\max}$ は整数値となり、図 3 に示すようにテクスチャイメージ領域の隅の点に対

応することになる。したがって、一配置位置 $U = (u, v)$ に対して、実際に付帯物が配置される点は、下式 (2)、(3) で定義される u_k, v_h の全ての組み合わせで表現される点 $U_{kh} = (u_k, v_h)$ のうち、三角形 $U_1 U_2 U_3$ に含まれる点である。

【数 2】

$$u_k = u_{\min} + k + u \quad (2)$$

ただし、 $u_{\min} \leq u_k \leq u_{\max} \quad k = 0, 1, 2, \dots$

【数 3】

$$v_h = v_{\min} + h + v \quad (3)$$

ただし、 $v_{\min} \leq v_h \leq v_{\max}$ $h = 0, 1, 2, \dots$

【0034】本実施の形態では、各点 U_{kh} が三角形内にあることを判定するための内外判定を行い、外部と判定される点をテクスチャ座標系での二次元付帯物配置座標 $S4(u, v)$ から除外する。点が一般的な多角形の内部に含まれていることを判定する手法として、従来から鉛直線算法（伊理 他；”計算幾何学と地理情報処”、pp87-89、共立出版、1986）が使われる。

【0035】次に、テクスチャ座標変換について説明する。マッピングによって付帯物が配置されるワールド座標系での三次元付帯物配置座標 $S6(x, y, z)$ を求めるために、テクスチャ座標系で表現される二次元付帯物配置座標 $S4(u, v)$ を本体三次元形状の表面上の点であるワールド座標系の三次元座標である三次元付帯物配置座標 $S6$ に変換する必要がある。このため、本実施の形態では、変換マトリックス生成部14において、上記座標変換に使用するための変換マトリックス $S5$ を座標マッピング情報 $S11$ から生成する構成となっている。

【0036】マッピング情報記憶部2に記憶されているマッピング情報は本体三次元形状の表面とテクスチャイメージの対応を表しており、マッピング情報読取部3で

読み取られ、第1データ処理部11においてマッピング情報から座標マッピング情報 $S11$ が生成される。変換マトリックス生成部14において、座標マッピング情報 $S11$ から二次元のテクスチャ座標 (u, v) を三次元のワールド座標 (x, y, z) に変換するための情報としての変換マトリックス $S5$ が生成される。

【0037】図5は、三角形パッチに対してテクスチャイメージをマッピングした場合の、ワールド座標系とテクスチャ座標系との関係を示したものである。図5を用いて、変換マトリックス生成部14での処理内容を説明する。三角形パッチの三頂点のワールド座標系での位置ベクトルをそれぞれ P_1, P_2, P_3 、各頂点に対応するテクスチャ座標系での位置ベクトルをそれぞれ U_1, U_2, U_3 、テクスチャ座標系の原点のワールド座標系での位置ベクトルを X_0 、テクスチャ座標系の u, v 軸方向のワールド座標系における方向ベクトルをそれぞれ U_w, V_w とすると、 P_i と U_i の対応($i = 1, 2, 3$)は下式(4)で表される。なお、説明全体において、ベクトルは列ベクトルで表現されることとする。

【数4】

$$MU = P \quad (4)$$

ここで、 M, U, P は以下で表わされる 3×3 マトリックスである。

$$\begin{aligned} M &= \begin{bmatrix} U_w & V_w & X_0 \end{bmatrix} \\ U &= \begin{bmatrix} U_1 & U_2 & U_3 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \\ P &= \begin{bmatrix} P_1 & P_2 & P_3 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

したがって、変換マトリックス M は下式(5)のように求められる。

【数5】

$$M = PU^{-1} \quad (5)$$

【0038】変換マトリックス M は、テクスチャ座標 (u, v) を、テクスチャ座標 (u, v) がマッピングされる三次元のワールド座標 (x, y, z) に変換する変換マトリックス $S5$ （すなわち、テクスチャ座標 (u, v) を三次元座標 (x, y, z) に変換するための情報）として出力される。

【0039】付帯物が配置される点のワールド座標系での三次元付帯物配置座標 $S6(x, y, z)$ は、配置位

置生成部13から出力されるテクスチャ座標系での二次元付帯物配置座標 $S4(u, v)$ を変換マトリックス生成部14から出力される変換マトリックス $S5$ で変換することによって求められる。

【0040】ここで、付帯物が面境界にある場合の処理について説明する。ワールド座標系での三次元付帯物配置座標 $S6(x, y, z)$ が線あるいは点で接する三角形パッチの境界上にある場合には、同一点に同じ付帯物が複数個配置される可能性がある。したがって、本実施の形態では、形状情報管理部17において同じ点とみなされる位置に同一の付帯物を複数個配置しないようにすることによって対処している。

【0041】テクスチャイメージに含まれる付帯物を本体三次元形状に付加する場合、その付帯物の形状は、マ

ッピングの仕方に応じてその方向（姿勢）と大きさが変更される必要がある。なぜなら、マッピングされるテクスチャイメージはそのマッピングの仕方に応じて方向（姿勢）や大きさを変えるが、付帯物とテクスチャイメージとの間には機何的な関係、例えばテクスチャイメージの模様の大きさに対して付帯物がある比率の大きさであるとか、テクスチャイメージの模様の方向と付帯物の方向が同一であるとか等、があり、テクスチャイメージと付帯物との間の方向（姿勢）や大きさに関する所要の関係を維持するようにしなければならないからである。テクスチャイメージと付帯物との間の方向の顕著な例としては、道路に対する道路標識の配置方向に関する制約、大きさの顕著な例としては駐車場の白線枠と自動車の大きさとの間の関係が考えられる。

$$A = \begin{bmatrix} L_u^{-1} & 0 & 0 \\ 0 & L_v^{-1} & 0 \\ 0 & 0 & (L_u L_v)^{-\frac{1}{2}} \end{bmatrix} T \quad (6)$$

【0045】ここで、Tは、付帯物形状の要素である座標情報を、二次元のテクスチャ座標系に対して軸 U_w 、 V_w に直交する新たな軸 $W_w = U_w \times V_w / |U_w \times V_w|$ を付加して三次元に拡張したテクスチャ座標系に変換するための変換マトリックスである。Tは、付帯物固有の座標系で表現される付帯物を、テクスチャ座標系である方向（姿勢）を持つように変換するマトリックスであり、テクスチャイメージと付帯物形状との関係からテクスチャイメージ作成者が予め決定する。式（6）の右辺の左側のマトリックスは、マッピングによる付帯物形状の拡大縮小率の決定に影響を与える。

【0046】本実施の形態では、図6に示すように、マッピングの結果、1つのテクスチャイメージの u 、 v 方向の各長さがワールド座標系において L_u' 、 L_v' になるとき、付帯物形状の軸 U_w 、 V_w 、 W_w 方向の拡大縮小率がそれぞれ L_u'/L_u 、 L_v'/L_v 、 $(L_u' L_v' / L_u L_v)^{1/2}$ となるようにする。この拡大縮小の方式により、テクスチャイメージがワールド座標系において大きくマッピングされる場合は付帯物を大きく、テクスチャイメージがワールド座標系において小さくマッピングされる場合は付帯物を小さくするように変形できる。

【0047】既に説明したように、 L_u 、 L_v はテクス

【0042】本実施の形態では、形状変換部16において、マッピングによるテクスチャイメージの変形に応じた変形操作を付帯物三次元形状情報（三角形パッチ群）S1に施すことにより、マッピングの仕方に応じた方向（姿勢）と大きさに付帯物を変換する構成となっている。

【0043】次に、本実施の形態における付帯物形状変形情報S10の使用について図6を用いて説明する。

【0044】本実施の形態では、付帯物形状変形情報S10はアフィン変換マトリックスであり、拡大縮小率と回転の各変換を表す下式（6）のような 3×3 マトリックスAとして表現されている。

【数6】

チャイメージと付帯物形状の大きさに応じてテクスチャイメージ作成者が決定する。しかし、1つのテクスチャイメージがマッピングされることによる u 、 v 方向のワールド座標系における各長さ L_u' 、 L_v' はマッピングの仕方に応じて変化し、処理の過程で決定される。

【0048】 L_u' 、 L_v' は、ワールド座標系におけるテクスチャイメージの u 、 v 各方向の長さ、すなわち U_w 、 V_w の長さを演算によって求めることによって得られる。よって、 L_u' 、 L_v' はテクスチャ座標（ u 、 v ）を三次元座標（ x 、 y 、 z ）に変換するための情報である変換マトリックスS5を用いて容易に求めることができる。

【0049】形状変換部16において、三角形パッチ群の形態の付帯物三次元形状情報S1は、付帯物形状変形情報S10と変換マトリックスS5とによって決定されるマトリックスA'によって、適切な方向（姿勢）と大きさを持つ形状に変換され、ワールド座標系での三次元付帯物配置座標S6（ x 、 y 、 z ）で指定される三次元位置に配置される。なお、マトリックスA'は下式（7）に示されている。

【数7】

$$A' = \begin{bmatrix} \frac{U_w}{|U_w|} & \frac{V_w}{|V_w|} & \frac{W_w}{|W_w|} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} |U_w| & 0 & 0 \\ 0 & |V_w| & 0 \\ 0 & 0 & (|U_w||V_w|)^{\frac{1}{2}} \end{bmatrix} A \quad (7)$$

【0050】ワールド座標系での三次元付帯物配置座標S6（ x 、 y 、 z ）が複数ある場合には、三次元付帯物配置座標S6（ x 、 y 、 z ）の数と同数の付帯物を複製して必要な数の付帯物を生成する。このように生成され

た変換済形状情報S7は、可視化装置18で参照するために、形状情報管理部17に格納されて管理され、変換済形状情報S7は、所望により可視化装置18で参照される。

【0051】上述のごとく、テクスチャイメージに付帯物配置情報を含ませることにより、テクスチャマッピングに付随して自動的に付帯物を配置できることから、付帯物配置作業の削減ができる。また、テクスチャマッピングの状況に応じて付帯物の方向（姿勢）および大きさを変化させることにより、付帯物とテクスチャイメージの位相的關係が維持された自然な配置が保証されるという特徴を持つ。

【0052】このように、三次元コンピュータグラフィックシステム10によれば、付帯物配置に関する情報（付帯物配置情報）を含む二次元テクスチャ情報を本体三次元形状にマッピングすることで、その付帯物の配置位置をテクスチャ座標で表された付帯物の配置位置

（ u 、 v ）とマッピング情報に基づいて変換処理によって求め、又その付帯物の方向（姿勢）および大きさをテクスチャ情報に含まれる付帯物の形状変形情報に基づいて決定し、自動的に三次元空間に配置することができる。

【0053】本発明は、下記のシステムや装置に適用できる。

1. 三次元コンピュータグラフィックスにより、テクスチャマッピングと三次元物体の配置を行うCGシステム。
2. 三次元構造物の配置情報を含む二次元地図を管理できる立体地図情報管理システム。
3. 上記2のシステムと触覚ディスプレイを用いた視覚障害者向けの地図画像提示装置。
4. 三次元形状配置情報を含む二次元画像をベースとした電子出版物表示装置。

【0054】

【発明の効果】本発明によれば、本体三次元形状の表面とテクスチャイメージデータとの対応を表すマッピング情報と付帯物三次元形状情報と付帯物の配置情報に関する配置情報とに基づいて本体三次元形状に適合した付帯物の形状データを得るために、付帯物の配置に関する配置情報をテクスチャイメージデータに含めて成るテクスチャ情報を予め適宜の記憶手段に格納しておき、その時選択されたマッピング情報から対応するテクスチャ情報に含まれる配置情報を取り出し、これにより必要な付帯物の配置のための変換処理を使用者の手を煩わせることなしに付帯物三次元形状情報に対して行って必要な形状データを得るようにしたので、付帯物の配置のためのデータ処理作業が著しく容易となり、データ処理コストの大巾な低減を図ることができる。また、テクスチャイメ

ージに付帯物配置情報を含ませることにより、テクスチャマッピングに付随して自動的に付帯物を配置できるようにしたので、本体三次元形状の変形操作に対しても、付帯物とテクスチャイメージの位相的關係が維持された自然な配置が保証され、しかも、本体三次元形状の表面に貼られるテクスチャイメージを変更した場合に、付帯物も自動的に変更されるので、使用者は本体三次元形状の変更作業に専念できるようになる。さらに、従来、使用者に委ねられていた付帯物配置の作業が使用者の意図に依らずできるようになるので、付帯物配置の作業分担が可能となるとともに、付帯物の配置誤りをなくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による三次元コンピュータグラフィックシステムの実施の形態の一例を示すブロック図。

【図2】本発明による三次元コンピュータグラフィックシステムのより具体的な実施の形態を示すブロック図。

【図3】テクスチャイメージとテクスチャ座標系との対応を示す図。

【図4】三角形パッチがテクスチャ境界を横断する例を示す図。

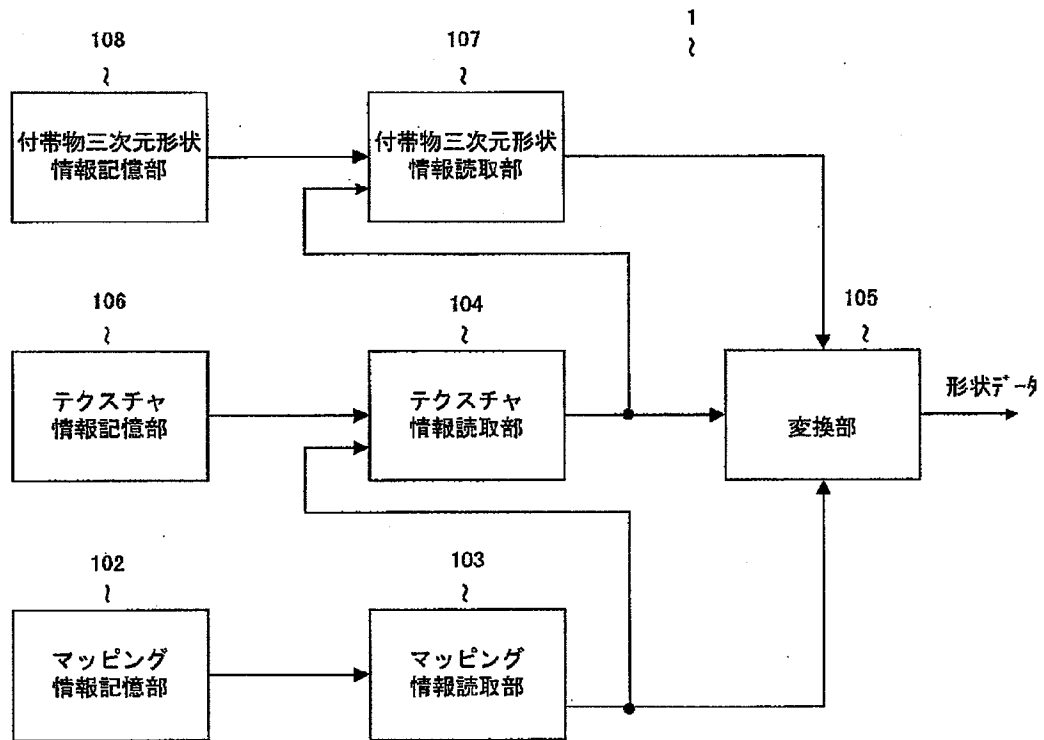
【図5】テクスチャ座標系とワールド座標系との関係を表した図。

【図6】テクスチャイメージがある面にマッピングされた状態を説明するための説明図。

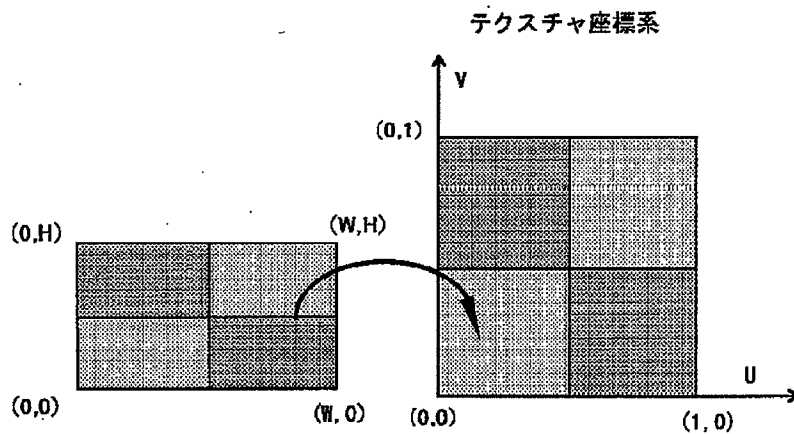
【符号の説明】

- 1 三次元コンピュータグラフィックシステム
- 2、102 マッピング情報記憶部
- 3、103 マッピング情報読取部
- 4、104 テクスチャ情報読取部
- 5、105 変換部
- 6、106 テクスチャ情報記憶部
- 7、107 付帯物三次元形状情報読取部
- 8、108 付帯物三次元形状情報記憶部
- S1 付帯物三次元形状情報
- S2 テクスチャ情報
- S3 付帯物位置情報
- S4 二次元付帯物配置座標
- S5 変換マトリックス
- S6 三次元付帯物配置座標
- S7 変換済形状情報
- S8、S9 識別子
- S10 付帯物形状変形情報
- S11 座標マッピング情報

【図 1】



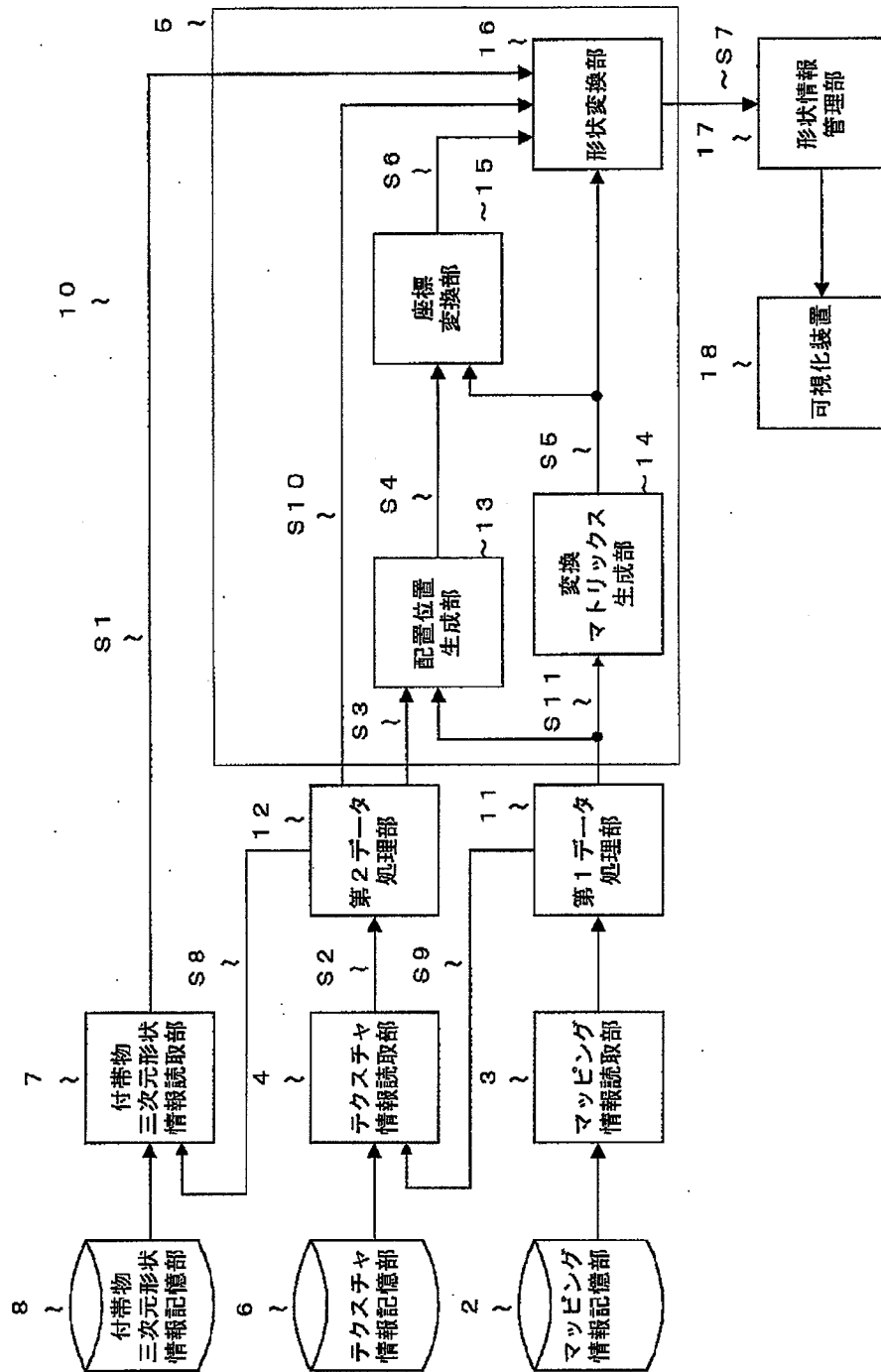
【図 3】



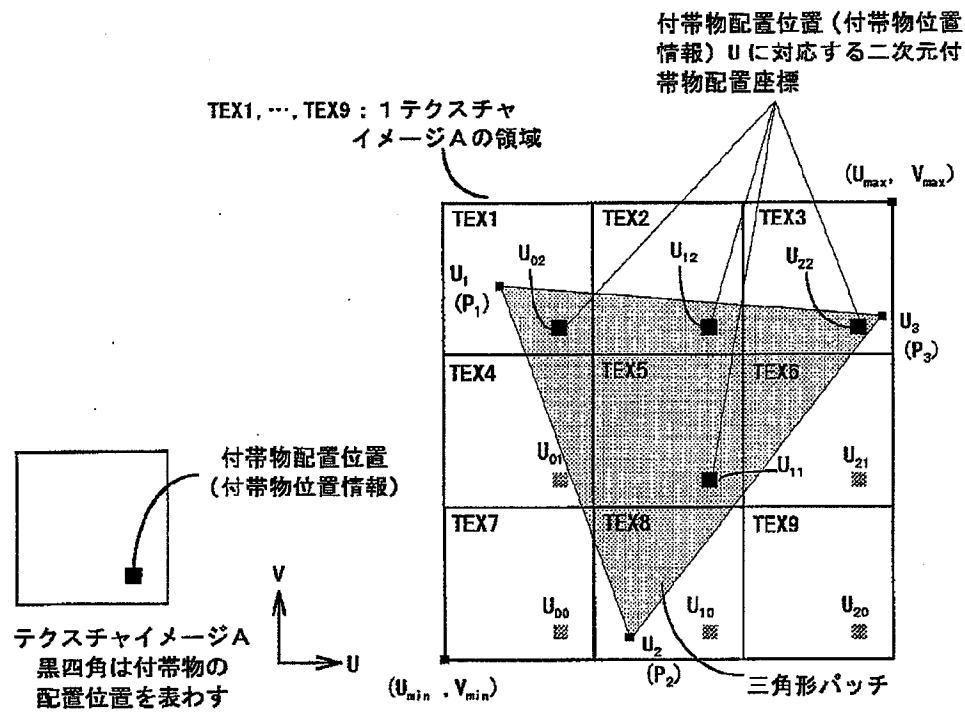
テクスチャイメージ
W, Hはテクスチャイメージの幅、
高さをそれぞれ表わす

テクスチャ座標系における
テクスチャイメージ

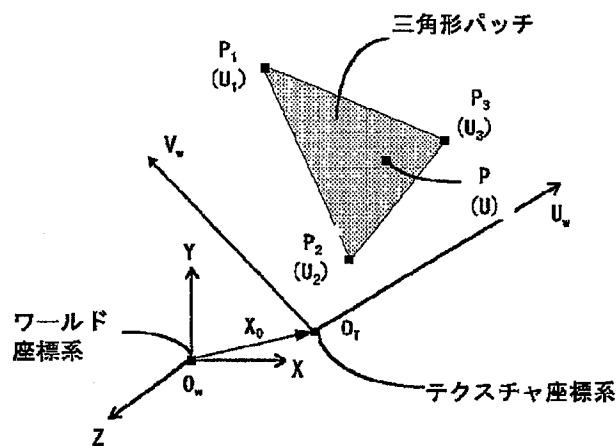
【図2】



【図4】



【図5】



【図6】

